

Stator einer elektronisch kommutierten, zweiphasigen Reluktanzmaschine

Die Erfindung betrifft das wicklungstragende Teil von elektronisch kommutierten Reluktanzmaschinen mit getrennten Elektromagneten. Im Laufe der Beschreibung werden wir dieses Teil „Feldteil“ oder „Stator“ nennen. Die Reluktanzmaschinen werden manchmal SR (Switched Reluctance) -Maschinen genannt. Solche Maschinen sind vom Stand der Technik aus den internationalen Patentanmeldungen WO 96/09683 und WO 98/23024 bekannt. Aus erstes ist eine Reluktanzmaschine bekannt, die keinen Stator, sondern zwei unabhängige, gegenläufigen Rotoren hat, wobei durch eine spezielle Lagerung der herkömmliche Stator zum Außenrotor wird. Dieser Rotor, (der Feldrotor), einem Stator ähnlich, kann auch nach der Lehre dieser Erfindung ausgeführt werden.

Die Erfindung bietet technologische Lösungen für die Ausführung des Stators üblicher Maschinen bzw. des Feldrotors der doppelrotorigen Maschinen mit besonderem Aufbau. Für andere Teile dieser Maschinen (Rotor, Lagerung) sind ausreichende Herstellungsverfahren vom Stand der Technik bekannt. Anders als bei herkömmlichen Motoren s. Fig.1 hat der Stator vier unabhängige Joche 11, die mit je zwei freitragenden, getrennt zu fertigenden Wicklungen bestückt sind.

Diese beim Stand der Technik erwähnten, prinzipiell sehr einfachen Maschinen mit getrennt einsetzbaren Elektromagneten müssten jedoch mit einer geeigneten Fertigungstechnik ausgeführt werden, um z. B. die zahlreichen elektrischen Anschlüsse der Wicklungen maschinell herzustellen oder die Einhaltung eines möglichst kleinen, gleichbleibenden Luftspaltes zu garantieren.

Aufgabe der Erfindung ist es, Möglichkeiten vorzuzeigen, wie die prinzipiell einzigartigen wicklungstragenden Teile dieser Maschinen wirtschaftlich unter Einhaltung der oben erwähnten Erfordernissen hergestellt werden können.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt nach der Lehre des Hauptanspruchs. Die Unteransprüche beziehen sich auf detailliertere Ausgestaltungen der zur Zusammenbau des Stators notwendigen Bauteile. Der Einfachheit halber wird im Laufe der Beschreibung ein SR-Motor (Fig.1, Querschnitt,) als Beispiel genommen wie in der WO 96/09683 beschrieben, mit vier U-Jochen 11 aus Blechpaketen die eine bifilare Wicklung 112-113 aus Metallbändern tragen, die hier als U-Magnete 10 genannt werden.

Die hier beschriebenen Lösungswege sind durch einfache Anpassung auch für andere Konfigurationen von SR-Maschinen dieser Art einsetzbar. Die zur Herstellung der U-Magnete 10

WO 00/7

PCT/RO00/00010

2

notwendigen Wicklungen 112-113 werden aus zwei metallischen Bändern (oder Drähten) mit dazwischengelegten Isolationsfolien (bifilare Haupt- <112> u. Nebenwicklung <113>) gewickelt. Da das Wickelband, anders als der übliche Kupferdraht eine Vorzugsbiegerichtung hat und nicht abisoliert zu werden braucht, ist die maschinelle Ausarbeitung der Wicklungsanschlüsse (z. B. durch Falten, Prägen, Ultraschallschweißen) erheblich vereinfacht. Für die Wicklungsherstellung werden z.B. die Anfänge 112A, 113A, der Bänder mit dazwischengelegten Mylarfolien 115 zu 90° gefaltet und im Faltbereich durchbohrt, um dadurch auf dem Wickelkern 116 eingehängt zu werden, (Fig.2). Wie hier ersichtlich, hat der Wickelkern 116 zwei angetörmte Laschen 116' mit Clipshaken die die Anfänge der Haupt- bzw. Nebenwicklungen (112A, 113A) untereinander isolieren. Letztere ragen in die Bohrung 117 aus dem Faltbereich der Anfänge der Bänder hinein, was die elektrisch/ mechanisch getrennte Fixierung der zwei Leitbänder 112, 113 gegenüber dem Wickelkern gestattet. Der Wickelkern 116 mit rechteckigem Querschnitt kann wie üblich für die Bewicklung mit Draht Seitenränder haben, wobei diese bei der Ausführung mit Wickelbändern nicht notwendig sind (Fig. 2).

Der Wickelkern 116 wird dann entsprechend der Windungszahl gedreht, um Haupt-(112) und Nebenwicklung 113 gleichzeitig aufzuwickeln. Das Ende der Wicklung wird dann mit Hilfe der Seitenlaschen 116' vorfixiert, damit die Windungen nach dem Abschneiden des Wickelbandes nicht zurückfedern. Je zwei Wicklungen werden in Reihe geschaltet. Eine Parallelschaltung der Wicklungen ist auch möglich, z. B. wenn es darum geht, die gleichen Wicklungen bei einer zweimal niedrigeren Spannung zu verwenden. Die links (D) und rechts (S) auf dem Joch 11 eingeschobenen Wicklungen 112-113 werden funktionsrichtig miteinander verbunden (Anfang 112 links, -Anfang 112 rechts, Anfang 113 links, Anfang 113 rechts)

Dafür können die parallel zu den U-Schenkeln abgewinkelten Anfänge der Wicklungen noch einmal in Richtung des Mittelteils des U-Jochs 11 (Fig.1 durch Fettstrichlinie gedeutet, Wickelkern nicht gezeichnet) gefaltet werden. Die von links und rechts ankommenden, sich überlappenden Anfänge 112A, 113A der Leitbänder 112 und 113 können gelötet oder ultraschallgeschweißt werden, und so mechanisch und elektrisch miteinander verbunden werden.

Dieser Vorgang kann sowohl vor, wie auch nach der Montage der Wicklungen auf die U-Blechpakete 11 erfolgen. Der weitere elektrische Anschluß der damit in Reihe geschalteten

Bandleiter 112 und 113 erfolgt dann an den Enden der linken bzw. der rechten Wicklung, s. Fig.1a - Fig.3. Deren Enden 112B, 113B werden zu diesem Zweck steckerartig geschnitten, (gebogen oder geprägt), oder, (z.B. bei Drahtwicklungen) mit eigenständigen Steckerfahnen versehen.

Die Verwendung der U-Joche 11 gestattet den Einsatz einer besonderen Wicklung mit niedrigerem Widerstand, der aus einer partiellen Vergrösserung der Breite (des Querschnitts) des Wickelbandes resultiert. Der Abschnitt jeder Windung dass sich zwischen den U-Schenkeln befindet, hat die übliche Breite l , die etwas geringer als die Schenkelhöhe ist, wobei der Rest der Windung mit der Höhe L erheblich breiter sein kann. (Seite B, Fig. 8- hier ist links die neue Wicklungsart, rechts zum Vergleich die alte, jeweils nur die erste Windung gezeichnet)

Dies ist möglich, weil die Wickelbandbreite hier (Seiten A, C, D) nicht mehr von der Tiefe des U-Joches 11 beschränkt ist. Die Abwicklung einer Windung (Seiten A, B, C, D) ist in der Fig. 9 sichtbar. Hier wurden die Anfänge der Wicklung (als Beispiel) mit Hilfe getrennter Anschlussstücke 112A', 113A' (Seite A) ausgeführt, die ultraschallgeschweisst werden können. Auf diesem Wege kann z. B. eine Aluminiumwicklung mit leicht lötbaren Kupferanschlüssen (112A') versehen werden. Diese Wicklungsart ist bei Motoren mit wenigen Windungen leichter realisierbar und gestattet eine Erhöhung der Leistungsausbeute oder die Reduzierung der Eisenmenge (der Eisenverluste). Bei gleichem Widerstand bzw. gleicher Ampèrewindungszahl gegenüber der Ausführung mit konstantem Querschnitt (Fig. 1a) können hier Joche mit kürzeren Schenkeln, also weniger Eisen, eingesetzt werden.

Der aus einem U-Joch 11 mit zwei Wicklungen 112-113 zusammengesetzte Magnet 10 ist der Grundbaustein für die Herstellung des Stators 1 der Erfindung nach, s. Fig.3.

Fig. 3a zeigt das U-Joch 11 mit Polflächen 111 und seitliche Befestigungsnuten 15, welches durch einen vom Stand der Technik bekanntes Verfahren aus Stanzblechen paketi-ert wurde. Fig. 3b zeigt das Joch mit zwei Wicklungen nach Fig. 1 und 2 wie vor dem Umspritzvorgang. Fig. 3c zeigt den U-Magneten 10, welcher z.B. mit einem Thermoplast umspritzt wurde, wobei mindestens eine Seite des Elektromagneten mit Polflächen 111 versehen ist, die einem mobilen Teil 2 (Rotor) über einem Luftspalt zugewandt sind. Dabei wurden feste, räumlich präzise angebrachte Steckerfahnen 112B-113B, 112B'-113B' aus den Enden der zwei Wicklungen gebildet. Eine Seite der Steckerfahne 112B bildet die Verbindung zur Haupt-(112), die andere 113B zur Nebenwicklung 113. Dafür muss das Werkzeug derart ausgebildet werden, dass zwischen den Steckerfahnen 112B-113B, die in der Spritzgiessmatrize während des Spritzgiessvorganges eingeklemmt sind, Kunststoff zur Versteifung eingespritzt wird.

Werkzeugtechnisch ist es einfacher, die Bänder 112-113 einige Millimeter vom Wickelrand (Höhe des Ansatzes 118) entfernt, rundherum unzuspritzen. Die noch freien Enden der Bänder (112B, 113B), die blank geblieben sind (diese waren im Werkzeug eingespannt) werden wie das Ende 113B z.B., s. Fig. 3c über den Kunststoffansatz gebogen, um so die Steckerfahnen zu

bilden. Weil alle für eine oder mehreren Maschinentypen notwendigen Magnete identisch sind, können diese kostengünstig in Großserie (automatisierte Fertigung) hergestellt werden. Der maschinell leicht zu handhabende U-Magnet 10 kann von Montagerobotern in einem Rahmen 5 eingefügt/befestigt werden, um den Stator 1 zu bilden, s. Fig. 4b. Bei den meisten 5 Motoren (der Erfindung) erfolgt also die Befestigung zum Rahmen 5 über die Außenecken der U-Magnete 10 im Bereich der Statorpole 111, also in unmittelbarer Luftspaltnähe, so dass die Wicklungen außen bleiben, auch wenn der Rotorraum 20 geschlossen ist. Dies ist wünschenswert, zumal Schmutzpartikel den Rotor 2 blockieren könnten. Diese neue mechanische Bauweise gestattet auch eine bessere Kühlung. Außerdem sind dadurch kurze Befestigungswege 10 zwischen den Rotor- (121)- bzw. Statorpolflächen 111 möglich, die eine bessere Einhaltung der sehr wichtigen, engen Toleranzen im Luftspalbereich erlauben. Fig. 5 zeigt schematisch mit fettgezeichneten Linie einen Vergleich der Länge der Befestigungswege (von Lagerstelle zu Legerstelle) zwischen Rotorpolen 121 und Statorpolen 111 bei üblichen Motoren (links) bzw. 15 einen Motor der Erfindung nach (rechts). Bei den üblichen Motoren (links) befinden sich die Wicklungen (113) unter den Lagerschildern (fettgezeichnete Linie). Der Motorrahmen (Fig. 4), befestigt die Joche 11 der Magnete 10 und positioniert den Stator 1 und die dazugehörenden Bauteile gegenüber dem Rotor 2. In der einfachsten Form besteht dieser aus einem Grundrahmen 5' mit Säulen 53. In der Ausführung für Feldrotoren statorloser Maschinen ist dieser Rahmen 5 20 möglichst symmetrisch und unwuchtfrei gestaltet, (wie z. B. in Fig. 4c) da er mit den vier U-Magnete 10 rotiert. Es wird so gebaut, damit der Motor ausreichend gegen Auszugskräfte (durch die Flichkraft hervorgerufen) der U-Magnete 10 gesichert ist. Der Motorrahmen 5 hat dafür Montageansätze oder Nester, die es gestatten, (Variante nach Fig. 4c) dass die elektrischen Teile genau auf dem Flansch 5' positioniert werden. Der Rahmen wird vorzugsweise aus einer Aluminiumlegierung druckgegossen.

25 Der Rahmen 5 hat Öffnungen 51, in denen die Enden der U-Joche 11 eingesetzt werden, wobei deren Seitenwände z. B. halbrunde axial gerichtete Nuten 52 haben, die anderen halbrunden Nuten 15 gegenüberstehen, die in den Außenecken der U-Magnete 10 praktiziert sind, s. Fig. 4. Die vier Öffnungen 51 werden von vier Säulen 53 gebildet, die vom vorderen zum hinteren (abnehmbaren) Lagerschild verlaufen. An den Innenseiten 54 dieser Säulen wird die Befestigung 30 der U-Joche 11 über zweckmässige Verfahren vorgenommen, wie folgt:

- Wie in Fig. 4a, linke Hälfte (Quadrant C und D) sichtbar, können die Magnete 10 senkrecht zu der Zeichnungsebene zwischen den zwei Säulen 53C, 53D eingeschoben werden. Dabei rasten die halbrunden Stege 531C, 531D in den seitlichen Befestigungsnuten 15 der U-Magnete 10. Dies erfordert allerdings aus Toleranzgründen eine hohe Fertigungspräzision.

Um die U-Joche 11 spielfrei zu befestigen, besteht die Möglichkeit, die Säulen 53 bei der Montage auseinanderzuspreizen. Dafür hat die Grundplatte des Rahmens 5 z. B. vier keiltörmige Einschnitte 58. Diese werden während der Montage mit Keile 7 aufgeweitet, so dass die Säulen 53 sich ca. 0,1 mm nach außen spreizen (Ecken gestrichelt in der linken Zeichnungshälfte). So können die Joche 11 leichter (mit Spiel) eingefügt werden. Die zurückfedernden Säulen 53 spannen spielfrei die Joche 11, wenn die Keile 7 zurückgezogen werden. Durch dieses Verfahren können die Magnete allerdings nur in axialer Richtung montiert werden, und die oberen Enden der Säulen 53 sind frei. Der Rahmen 5 kann also mit einem flachen, viereckigen Lagerschild über die Bohrungen 532 verschlossen werden, wobei die Säulen 53 die Länge des Blechpaketes eines U-Joches haben. Es ist auch möglich, zwei Halbrahmen, die vorzugsweise identisch sind, zu verwenden, wie in Fig. 4b, wo die vier Säulen 53 halb so lang wie die Blechpakete sind, so dass die Joche 11 bzw. der Rotor zwischen die zwei "Halbrahmen", also ohne getrenntes Lagerschild eingespannt sind.

Eine Konstruktion mit zwei Halbrahmen ist ebenso möglich, wobei jeder mit je zwei Säulen 53 ausgestattet ist (Variante 1, - Säulen A und C, - Variante 2 die Säulen A und B) die die Länge des Blechpaketes haben. Durch winkelseitiges Zusammenschieben (um 90°, bzw. 180° je nach Variante 1 oder 2) der zwei Halbrahmen über die vier Joche kann man auch eine zweckmässige Montage erreichen. Eine höhere Montagegenauigkeit, sogar mit grob tolerierten (preiswerten) Teilen, kann mit Hilfe einer toleranzausgleichenden Methode mit sogenannten "flüssigen Nieten" erfolgen.

Durch Aushärtung der "flüssigen Nieten", kann man Teile mit groben Toleranzen präzise in einer beliebigen Stellung gegenseitig befestigen, um beim Zusammenbau an entscheidender Stelle enge Toleranzen einzuhalten. Dafür wird z. B. folgendermaßen verfahren:

- in der Rotoröffnung 20 wird eine Kalibrierwalze 24 eingesetzt, deren Außendurchmesser um das Maß des Luftspaltes größer ist als der Rotordurchmesser und über die Lagerstelle 25 zentriert,

- die U-Joche 11 werden radial, z. B. einer nach dem anderen aus der gleichen Richtung (durch schrittweise Verdrehung des Motorrahmens 5 je Montageschritt) in den Motorrahmen 5 eingeschoben.

Dabei können die vier Säulen 53 des Rahmens 5 auch oberhalb der Joche 11 durch einen Ring (Flansch 5'') verbunden werden, welcher die Herausnahme der Kalibrierwalze und die Einführung des Rotors gestattet. (Fig. 4c).

- mit einer geeigneten Vorrichtung werden alle U-Magnete 10 mit den Polflächen dann gegen der Kalibrierwalze 24 angeedrückt und in dieser Stellung durch Einspritzen einer Zinklegierung in

den sich gegenüber befindenden halbrunden Nuten 52, 15 unverrückbar befestigt. Anstelle der Zinklegierung kann jeder beliebige härtbare Stoff eingespritzt werden. Bei der Montage der Magnete 10 kann anstelle einer Anpressung von außen deren elektromagnetische Haltekraft eingesetzt werden, falls diese vom Strom durchflossen werden, wobei die Kalibrierwalze 24 magnetisch sein müsste.

Auf diese Weise lässt sich nicht nur eine Haltekraft erreichen, sondern auch die Qualität der Montage überprüfen. Liegt einer der Magnete 10 (z. B. wegen der Verschmutzung der Polflächen) nicht richtig an der Kalibrierwalze an, oder ist ein Windungsschluss vorhanden, so weicht die Reluktanz dieses Magnetkreises von einem vorgegebenen Wert ab, was sich über den Verlauf der Spannungsänderung im Falle einer schnellen Stromänderung überprüfen lässt. So ist es möglich, nicht nur die Montage zu vereinfachen, sondern auch die Qualität der mechanischen/elektrischen Eigenschaften eines oder aller Magnete und deren Verbindungen zu überprüfen. Wie in der rechten Hälfte der Fig.4, in den Quadranten A und B sichtbar, siehe Detail "Z", ist es hier nicht notwendig, dass die Halbnuten 15, 52 genau übereinstimmen. Wenn die Polflächen 111 in die optimale Funktionsstellung am Anschlag mit der Walze 24 sind, können die halbrunden Nuten 15, 52 um einen Abstand d, welcher aus der Toleranzkette resultiert, versetzt sein. Der eingespritzte, härtbare Stoff (Zinklegierung, Kunststoff, Harz) füllt den schraffierten Raum und bildet so nach der Aushärtung einen Riegel, wobei ein Toleranzausgleich erfolgt. Es ist ebenso denkbar, einen durch Erwärmung aufgeweichten Stift in den Nuten 52-15 zwischen U-Magneten 10 und Rahmen 5 schnell einzuschießen und diesen sofort (in plastischem Zustand) mit einem Schlagdorn so zu stauchen, dass er die vorhandenen Hohlräume 52, 15 wie die flüssige Niete auffüllt. Es ist auch möglich, einen dehnbaren Röhrchen mit Hilfe eines Innendrucks aufzuweiten, welches in der Art eines seitlich dehnbaren Riegels die Magnete (10) gegenüber dem Rahmen 5 arretiert. Es ist ebenso möglich, eine Befestigung mit festen Bauteilen (Stifte, Schrauben) zu realisieren.

Dabei muss jedoch mit engen Toleranzen gearbeitet werden, weil die Toleranzanpassung an einer Kalibrierwalze nicht mehr erfolgt.

- nach der Entfernung der kalibrierten Anschlagwalze 24 definieren die Polflächen 111 der U-Magnete 10 genau den Durchmesser des Rotorraumes 20 und somit die genaue Einhaltung des Luftspaltes.

An den Rahmen 5 wird der Motor befestigt.

Zusätzlich dient der Motorrahmen 5 z. B. im Bereich des Flansches 5'' als Kühler für die Transistoren 21 und die Leistungsdioden 22. In Sonderformen können Verlängerungen dieses Rahmens als Motor- oder Pumpengehäuse ausgebildet werden. Ebenso kann dieser Rahmen 5 als

Verlängerung eines anderen Körpers (Getriebekörper, Pumpenblock u. s. w.) gebildet werden. Fig. 4 b, c. zeigen perspektivische Ansichten zweier Varianten des Rahmens 5, wobei die c-Variante für die radiale Montage der U-Magnete 10 vorgesehen ist.

- Die Verbindung der Steckerfahnen 112B-113B aller U-Magnete 10 untereinander erfolgt
- 5 angesichts der hohen Ströme, die diese Maschinen insbesondere bei Niederspannung (Kfz-Anwendungen) führen mit Hilfe eines Leiterverbundes 6, s. Fig. 6, welcher kostengünstig durch Stanzen oder Laserschneiden hergestellt wird. Dieser Leiterverbund 6, aus Metallblechleitern 61 (Kupfer, Alu oder Messing) mit einer Stärke im mm-Bereich und einem isolierenden Träger 62 hergestellt, sollte auf einmal alle Steckerfahnen 112B, 113B aller U-Magnete 10 und ggf. andere
- 10 starkstromführende Teile elektrisch verbinden. Der elektrische Kontakt zu den Steckerfahnen 112B, 113B der U-Magnete 10 kann sowohl über Schweiss-, Löt-, Crimpverbindungen oder durch Druck erfolgen. Die Leiterbahnen 61 des Verbundes sind den Leiterbahnen einer gewöhnlichen Leiterplatte ähnlich und müssen alleine wegen der Stärke des Materials gestanzt statt geätzt werden. Damit die Leiterbahnen 61 auf einem isolierenden Träger 62 angebracht
- 15 oder befestigt worden, ist es zweckmässig, den Stanz- oder Ausschneidevorgang in zwei getrennten Phasen durchzuführen, wie folgt, (Fig. 6).

- als erstes werden die Trennpfade 63 (als fett-schwarze Linien gezeichnet) im nichtschraffierten Bereich der späteren Leiterbahnen 61 aus einem z.B. bandförmigen Material ausgeschnitten, derart, dass die verbleibenden Leiterbahnen 61 durch Verbindungen zu den später
- 20 abzuschneidenden Ränder 64 und Innenbereiche 65 nicht lose aus der Ebene des Ursprungsblechstreifens herausfallen;
- die so noch insgesamt als Einheit handhabbaren Leiterbahnen 61 werden in einen isolierenden Träger 62 befestigt, sei es durch Umspritzen mit Kunststoff (ein oder beidseitig), Clipsen, Ultraschallnieten oder Kleben.
- 25 -die überschüssigen, nur zum Zwecke der Handhabung noch vorhandenen Ränder 64 und Innenbereiche 65 werden abgeschnitten und die Kontaktfahnen (Fig. 6a) gebogen bzw. fertiggestellt. Damit ist der Leiterverbund fertig. Fig. 6 zeigt als Beispiel einen fertigen runden Leiterverbund, der für einen Motor mit vier U-Magneten 10, mit Haupt- (112)- bzw. Nebenwicklungen 113 geeignet ist.

- 30 Auf einer isolierenden Trägerplatte 62 mit acht Schlitten 67 für die Durchführung der Steckerfahnen 112B, 113B der U-Magnete sind die ausgestanzten Leiterbahnen 61 untergebracht. Die auf deren Flächen angebrachten Zeichen bedeuten:

Ip = Verbindungen der/ zwischen Abschnitten der Hauptwicklung 112 (Hauptstrom),

Ih = Verbindungen der/ zwischen Abschnitten der Nebenwicklung 113 (by-pass Strom)

WO 00/7 204

PCT/RO00/00010

8

- - Verbindung am Pluspol.
- - Verbindung am Minuspol.
- G - Verbindungen der Gate Elektrode.

Wie der Teilquerschnitt Fig. 6a, zeigt, können die Enden der Leiterbahnen 61B, die in

- 5 Verbindung mit den Steckerfahnen 112B, 113B der U-Magnete 10, stehen schräg nach oben gebogen werden, damit diese federnd letztere in der Art einer Steckerverbindung kontaktieren können.

- Eine Schleife 61b der Verbindung der Hauptwicklung 112 kann z.B. durch Stanzbiegen in eine andere Ebene gebracht werden, um z.B. hinter dem Hallsensor 31 als magnetische Rückkopplung
- 10 des Hauptstromes Ip zu dienen. Der Leiterverbund 61 kann auf einer Seite eine Leiterplatte 66 aufweisen, auf welche die elektronischen Steuerungselemente des Motors montiert werden können. Fig. 7 zeigt einen Querschnitt durch einen Motor, z.B. mit einem Rahmen 5 wie in Fig. 4c dargestellt, wo die axiale Anbringung des Leiterverbundes 6 und anderer Motorelemente ersichtlich sind. Der Rahmen 5 hat hier einen Flansch 5'', gegebenenfalls mit Kühlrippen, was als
- 15 Kühler für Motorwärme bzw. für die Elektronikbauteile dienen kann. Die Motorteile (Rotor 2, Stator 1, Joche 11, Hallsensor 31, Leiterverbund 6, Leistungsschalter 21, Wicklungen 112-113, Gebermagnet 32, u.s.w...) haben die Bezeichnungen aus den vorherigen Seiten. Ein rundes Lagerschild 8 mit Kugellager verschliesst den Rotorraum nach Montage des Rotors 2. Der Rahmen nach Fig. 5c kann vorzugsweise für den Rotor einer Maschine mit zwei unabhängigen
- 20 Rotoren eingesetzt werden (S. Stand der Technik) wobei dafür der Rahmen (5) auf einer Hohlwelle montiert wird, und wobei die Magnete (10) unwuchtfrei und fliehkraftfest montiert sind. Damit wird ein Motor realisiert, welcher mit Ausnahme der Lager und der Stromübertragung (durch Schleifringe) dem Motor aus Fig. 7 ähnelt.

Die Vorteile der erfindungsgemässen Bauweise wurden im Laufe der Beschreibung verdeutlicht.

- 25 Dank der umspritzten Magnete 10 braucht der Motor unter normalen Bedingungen kein Gehäuse und hat dank der Bandwicklung mit hohen Füllfaktoren besonders günstige elektrische und thermische Eigenschaften. Sollte es für den Schutz der Leiterverbundplatte 6 oder für den Schutz des ganzen Motors, oder für die Geräuschreduzierung notwendig sein, so kann dieser insgesamt oder teilweise (nur die Verbindungen und die Elektronik, z. B.) in einem geeigneten Gehäuse
- 30 untergebracht werden.

Fig. 10 zeigt den Querschnitt einer Motor- Gebläseeinheit (z.B. für Staubsauger) mit besonderen thermischen Merkmalen die durch die Verwendung des Multifunktionsrahmens 5 im Zusammenhang mit anderen konstruktiven Lösungen möglich ist.

Ein Teil der Wärme, die in den Wicklungen entsteht, kann direkt an den Flansch 5'' mit strömungsgünstig gestalteten Kühlrippen abgeführt werden. Die entere Seite der Wicklungen 112-113 liegt an den Flansch 5'' an und überträgt die Wärme durch direkten Kontakt bzw. über eine Wärmeleitschicht. Die Reibungswärme des unteren Lagers wird auch über das Lagerschild-
5 Einlaufstück 8 dem Flansch 5'' zugeleitet. Die Leistungsschalter 21 sind direkt an dem Leiterverbund 6 angeschlossen, führen die Wärme jedoch an ein Gehäuse 9 ab, welches über dem Rahmen 5 auch die Wärme vom oberen Lager abführt.

Das Gehäuse 9 ist so gebaut, dass es in thermischem Kontakt zu den Jochen 11 steht und an dem Flansch 5'' ohne eine Dichtung anschliesst. Die Anschlüsse 91 des Motors werden durch eine
10 rohrähnliche Leitung 92 aus einem den Motor umgebenden Strömungsgehäuse 93 seitlich herausgeführt. Das vom Gebläse 94 durch die Öffnung 95 des Strömungsgehäuses 93 angesaugte Medium (Luft, ggf. mit Verunreinigungen-, s. fettgezeichnete Pfeile) umspült und kühlt also wirksam das Gehäuse 9 und den Flansch 5'', also den gekapselten Motor. Dabei
15 können Schmutz bzw. Wasser trotz fehlender Dichtungen nicht in den Motor eindringen, weil dessen Gehäuse 9 sich innerhalb eines Unterdruckraumes (Strömungsgehäuse 93) befindet, wodurch im Motorraum ein relativer Überdruck herrscht, zumal saubere Luft in den Motorraum durch die Leitung 92 gelangt.

Praktiziert man z. B. in das Lagerschild 8 Öffnungen 83, so kann gezielt eine Kühlströmung (dünne Pfeile) aus sauberem Luft durch den Motorraum geleitet werden, die sich dann beim
20 Austritt mit dem unsauberen Hauptluftstrom (fettgezeichnete Pfeile) vermengt.

25

30

Patentansprüche:

- 1) Wicklungstragender, ein Drehfeld erzeugendes Teil (Feldteil) einer elektronisch kommutierten, zweiphasigen Reluktanzmaschine, aus einzelnen, gewickelten U-förmigen Joche zusammengesetzt, dadurch gekennzeichnet, dass es aus einem Zusammenbau mehrerer wicklungstragender, U-förmiger Magnete (10) besteht, die auf einem nichtmagnetischen Trägerrahmen (5) befestigt sind, wobei deren Wicklungsanschlüsse (112B-113B) mit Hilfe eines festen, formdefinierten, axial montierbaren elektrischen Leiterverbundes (6) untereinander und an weiteren leistungsführenden elektrischen Bauteilen (+, -) angeschlossen sind.
- 2) Feldteil einer Reluktanzmaschine nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass es Wicklungsträger (116) mit Ansätzen (116') hat, die dazu dienen, die Anfänge der Wickelbänder (112A, 113A) am Anfang des Wicklungsprozesses mitzunehmen und ggf. zusammen mit Isolationsfolien (115) diese Anfänge (112, 113) untereinander zu isolieren, wobei diese, (112A, 113A, 115) zum Zwecke der Fixierung, auf dem Wicklungsträger (116) Öffnungen (117) haben, wobei der Wickelträger je nach Bedarf seitliche Ansätze (116'') hat, die die Enden der Bänder (112B, 113B) festhalten.
- 3) Feldteil einer Reluktanzmaschine dem Anspruch 1 nach, dadurch gekennzeichnet, dass die Enden der Wickelbänder (112-113) Steckerfahnen (112B, 113B) aufweisen, die durch die Anpassung, insbesondere durch das Falten der Enden der Wickelbänder (112, 113) oder durch die Anbringung geeigneter Stücke (112A', 113A') entstehen.
- 4) Feldteil einer Reluktanzmaschine, den vorhergehenden Ansprüchen nach, dadurch gekennzeichnet, dass die U-Joche (11) mit montierten Wicklungen (112-113) mit einer isolierenden Masse umspritzt und auf diese Weise abgedichtet und zusammengehalten werden, und einen formdefinierten, leicht handhabbaren sogenannten U-Magneten (10) bilden und dass durch den Umspritzvorgang in einer Matrize mit einer isolierenden Kunststoffmasse die Steckerfahnen (112B-113B) der Wicklungen (112-113) verfestigt und ausgeformt werden.
- 5) Feldteil einer Reluktanzmaschine, den vorhergehenden Ansprüchen nach, dadurch gekennzeichnet, dass es einen nichtmagnetischen Rahmen (5) als Träger hat, welches aus einer lagertragenden Platte mit Säulen 53 gebildet ist, die vom vorderen zum hinteren Lagerschild verlaufen, wobei diese (53) mit einer axialen Profilierung (52) für die formschlüssige Befestigung

der U-Magnete (10) versehen sind, wobei die Säulen (53) ggf. für die Erleichterung der Montage im elastischen Bereich auseinander gespreizt werden können.

6) Feldteil einer Reluktanzmaschine, den vorhergehenden Ansprüchen nach, dadurch gekennzeichnet, dass der Rahmen (5) aus zwei vorzugsweise identischen "Halbrahmen" (5', 5'') gebildet ist, die eine Anzahl von Säulen (53) haben, die gleich oder halb wie die Anzahl der U-Magnete (10) ist, die beidseitig seitens der letzteren (10) axial montierbar sind.

7) Feldteil einer Reluktanzmaschine, den vorhergehenden Ansprüchen nach, dadurch gekennzeichnet, dass es von einem Rahmen (5) getragen wird, welches Öffnungen (51) für die Befestigung der U-Magnete (10) hat, wobei diese (51) vorne von einem Lagerschild, seitlich von zwei Säulen (53) und hinten von einem Ring (Flansch) (5'') gebildet sind.

8) Feldteil einer Reluktanzmaschine, den vorhergehenden Ansprüchen nach, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnete (10) in den Rahmen (5) mit Hilfe eines toleranzausgleichendes Verfahren befestigt sind, derart, dass die Polflächen (111) der U-Magnete (10) an einer Kalibrierwalze (24), die den Durchmesser des Rotorraumes (20) hat, die in den Lagerstellen (25) zentriert ist, zum Anschlag gebracht wird und dabei die U-Magnete (10) in dieser Stellung befestigt werden.

9) Feldteil einer Reluktanzmaschine, dem Anspruch 8 nach, dadurch gekennzeichnet, dass die U-Magnete (10) durch elektromagnetische Kraft an der Kalibrierwalze (24) angedrückt werden.

10) Feldteil einer Reluktanzmaschine den vorhergehenden Ansprüchen nach, dadurch gekennzeichnet, dass die formschlüssige Befestigung der U-Magnete mit Hilfe eines härtbaren Stoffes erfolgt, welcher in flüssigem oder noch plastischen Zustand in miteinander kommunizierenden Teilräumen zwischen den gegenseitig zu befestigenden U-Magneten (10) und dem Rahmen (5) derart eingebracht wird, dass es die kommunizierenden Räume (15, 52) zwischen den U-Magneten (10) und den Säulen (53) des Rahmens (5) füllt.

11) Feldteil einer Reluktanzmaschine, den vorhergehenden Ansprüchen nach, dadurch gekennzeichnet, dass die Befestigung der U-Magnete mit Hilfe von vorgefertigten, in die kommunizierenden Räume (15, 52) zwischen die U-Magnete (10) und den Säulen (53) des Rahmens (5) eingeführten Stücken erfolgt, die mit einem geeigneten Verfahren so verformt werden, um diese Teile gegenseitig zu verriegeln.

12) Feldteil einer Reluktanzmaschine, den vorhergehenden Ansprüchen nach, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Verbindung der Wicklungsanschlüsse (112B-113B) und weiterer starkstromführender Teile (+, -) mit Hilfe eines Leiterverbundes (6) erfolgt, welcher aus metallischen Leiterbahnen (61) und einem isolierenden Träger (62) besteht.

13) Feldteil, den vorhergehenden Ansprüchen nach, dadurch gekennzeichnet, dass der Leiterverbund (6) aus gestanzten Leiterbahnen (61) besteht, die auf einem Kunststoffkörper (62) durch Kleben, Clipsen, Ultraschallnieten oder Umspritzen befestigt sind.

14) Feldteil einer Reluktanzmaschine, den vorhergehenden Ansprüchen nach, dadurch gekennzeichnet, dass das Stanzen der Leiterbahnen (61) in zwei Phasen geschieht, derart, dass vor dem Endausstanzen die Leiterbahnen zusammen mit dem Resthalbzeug (64, 65) aus dem sie geschnitten wurden, insgesamt handhabbar zum Zwecke der einfacheren Befestigung auf dem Träger (62) sind, wonach das Endausstanzen der Leiterbahnen (61) durch die Trennung der Ränder (64, 65) erfolgt.

15) Feldteil einer Reluktanzmaschine, den vorhergehenden Ansprüchen nach, dadurch gekennzeichnet, dass die Extremitäten (61B) der Leiterbahnen (61) elektrischen Kontakt mit den Enden der Wicklungen (112B-113B) in der Art von Steckverbindungen haben.

16) Feldteil einer Reluktanzmaschine, den vorhergehenden Ansprüchen nach, dadurch gekennzeichnet, dass es Stromschleifen (61b) ausserhalb der Ebene des Leiterverbundes (6) gibt.

17) Feldteil einer Reluktanzmaschine, den vorhergehenden Ansprüchen nach, dadurch gekennzeichnet, dass der Leiterverbund (6) auf einer Seite eine Leiterplatte (66) für Schwachstrom aufweist.

18) Feldteil einer Reluktanzmaschine, den vorhergehenden Ansprüchen nach, dadurch gekennzeichnet, dass es als Rotor einer Maschine mit zwei unabhängigen Rotoren ausgeführt ist, wofür der Rahmen (5) auf einer Hohlwelle montiert ist, wobei die U-Magnete (10) unwuchtfrei und gegen die Zerstörung durch Fliehkräfte gesichert, montiert sind.

19) Feldteil einer Reluktanzmaschine, den vorhergehenden Ansprüchen nach, dadurch gekennzeichnet, dass es insgesamt oder teilweise durch ein am Rahmen (5) befestigtes Gehäuse geschützt ist, welches die Motorteile befestigt oder schützt.

20) Feldteil nach dem Anspruch 19, insbesondere für Strömungsmaschinen, dadurch gekennzeichnet, dass es in einem Motorgehäuse (9, 5'') untergebracht ist, welches thermischen Kontakt mit wärmebelasteten Motorteilen (11, 21) hat.

21) Feldteil nach dem Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Motorgehäuse (9, 5'') sich innerhalb eines gehäuseähnlichen Abschnitts (93) der Ansaugleitung befindet und dass innerhalb des Motorgehäuses (9, 5'') über eine Leitung (92), unter der Saugwirkung des Gebläses (94) Luft, welche den Motor von Verschmutzung schützt und ggf. zusätzlich kühlt, hineinströmen kann.

22) Feldteil einer Reluktanzmaschine, den vorhergehenden Ansprüchen nach, dadurch gekennzeichnet, dass es mit Wickelleitern (112, 113) ausgeführt ist, die entlang einer Windung (A, B, C, D) veränderliche Querschnitte haben, derart, dass zwischen den Schenkeln (B) der U-Joche (11) jede Windung dünner ist als an deren Seiten A, C, D).

09/744644

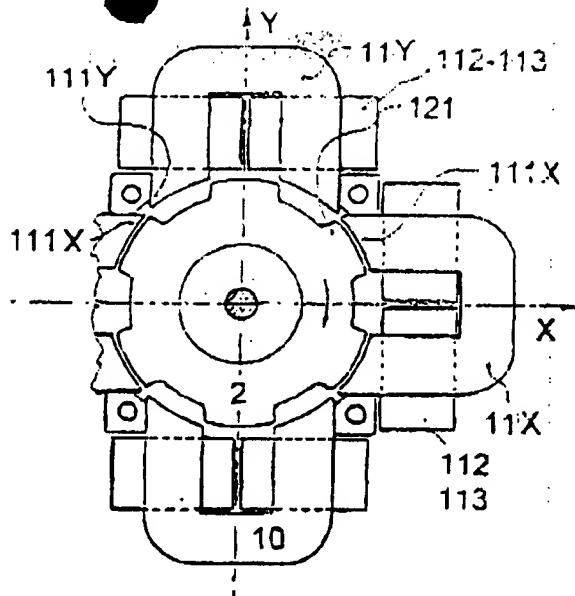


Fig.1

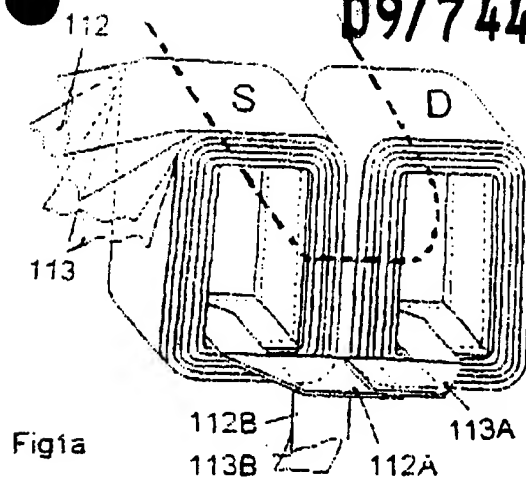


Fig.1a

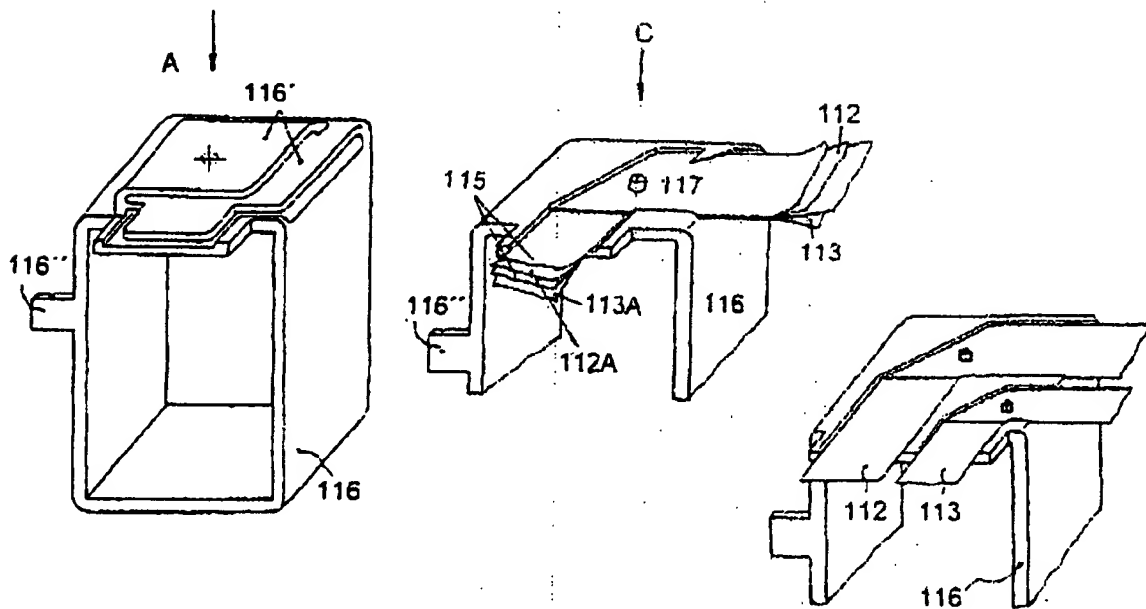
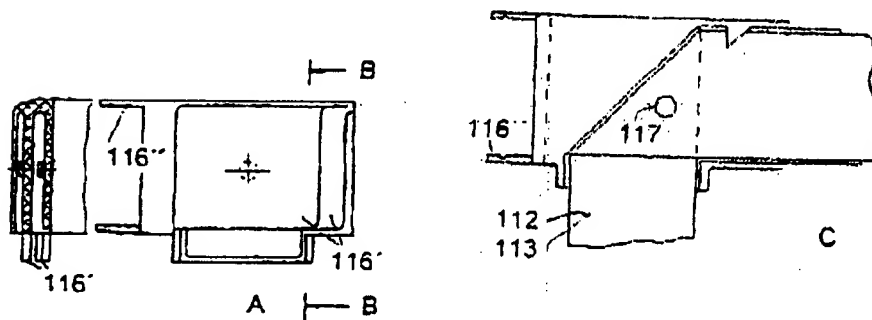


Fig.2



09/744644

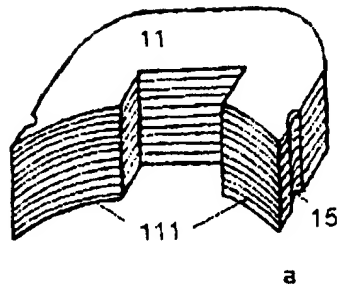


Fig. 3

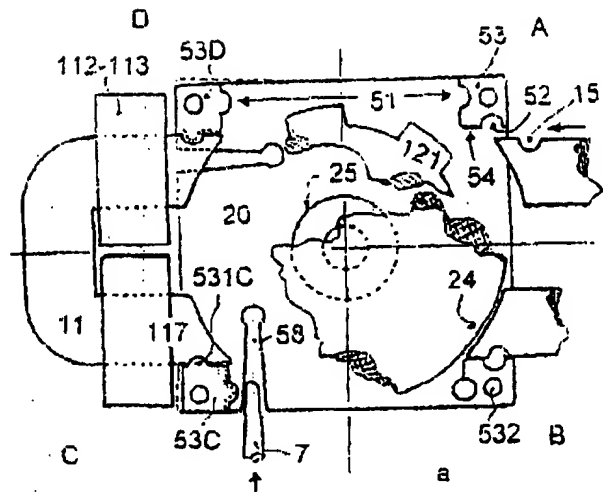
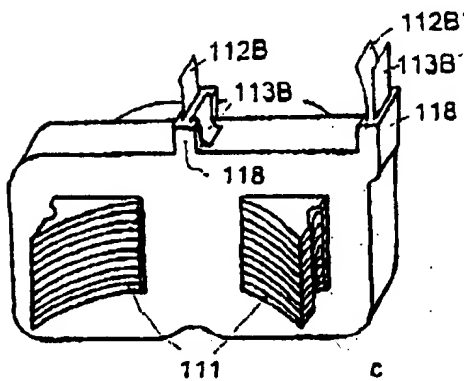
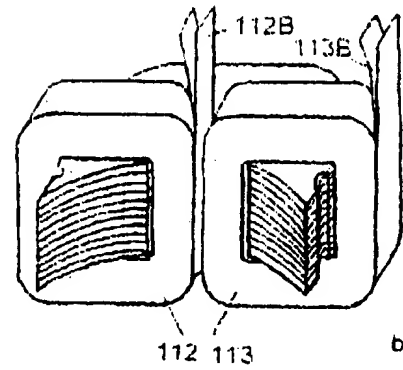


Fig. 4

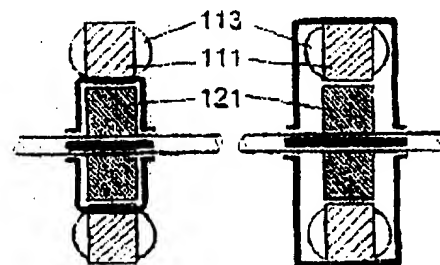
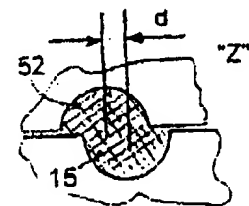
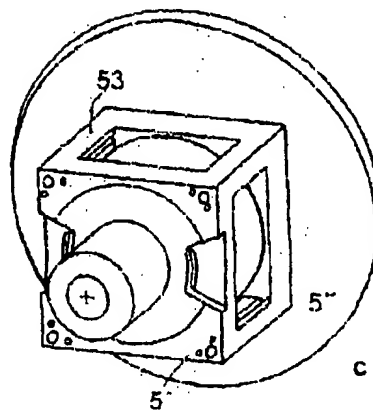
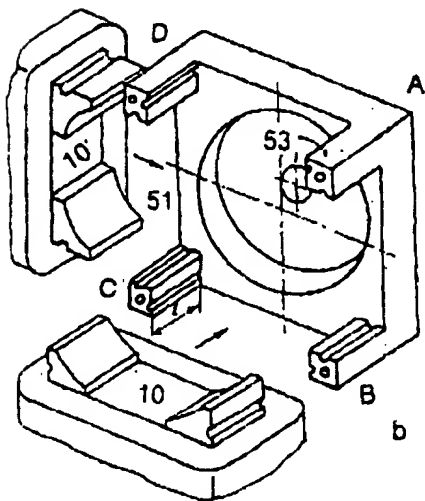


Fig. 5

09/744644

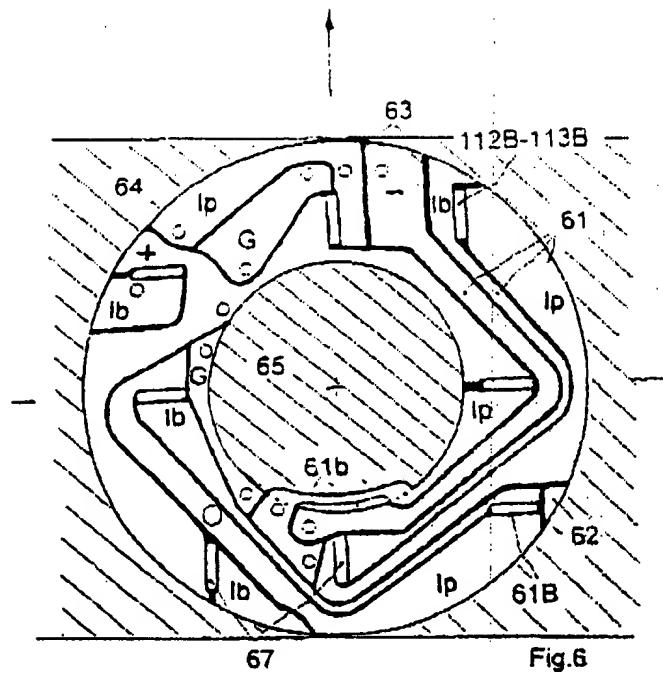


Fig. 6

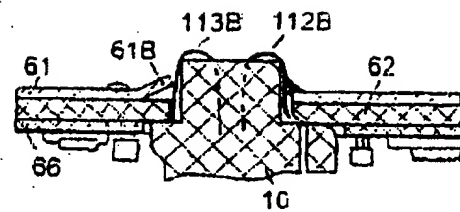


Fig. 6 a

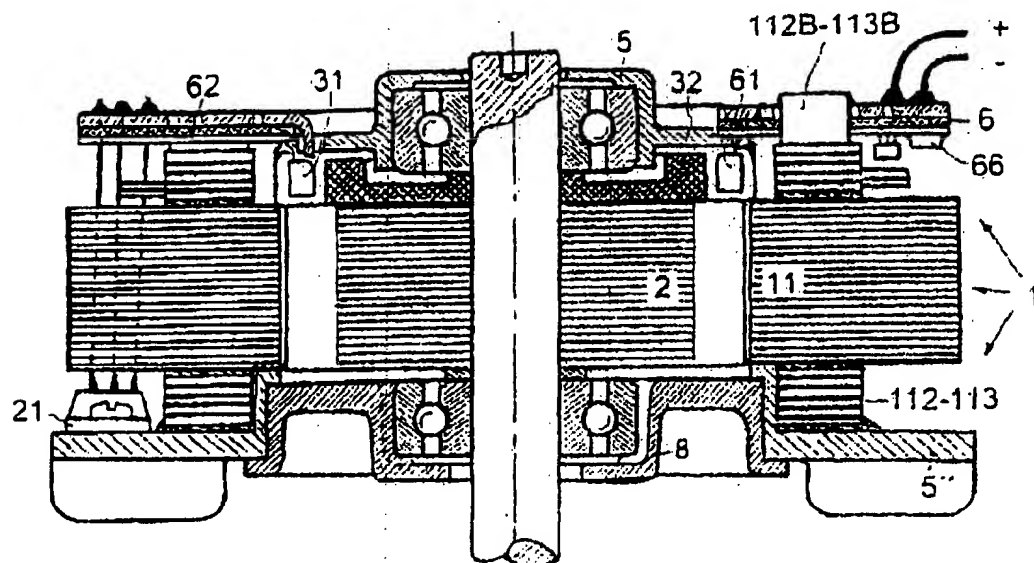


Fig. 7

WO 00/00000

4/4

PCT/RO00/00010

09/744644

